

블라인드 염색(blind dyeing)

- 실제적인 이론 -

1. 서 론

오랜 기간에 걸쳐 ‘무결점(zero defec)’이란 개념이 이론적인 관념론으로 생각되어 왔던 것처럼 염색기술자에게 블라인드 염색은 불가능한 목표로서 묘사되어 왔다. 그러나 결점없는 제품의 생산을 추구함으로써 실질적인 이익을 얻게 되는 것처럼 블라인드 염색기술을 사용함으로써 많은 것을 얻을 수 있다. 현대식 관리기술과 꾸준히 증가하는 마이크로프로세서의 역할에 의해 블라인드 염색은 95% 수준의 실현성을 거두게 되었으며, 이 기술은 세계적으로 저점 고조되어 있는 경쟁으로부터 염색공장들이 살아남을 수 있는 하나의 방법으로 보여진다.

본고에서는 폴리에스터와 면의 흡진염색에 실제 이용되는 것으로서 블라인드 염색에 관련된 개념, 실제적인 문제들과 경험적인 문제들에 대해 설명하고 결론적으로 이 기술에 의한 실제적인 결과가 원가, 서비스 및 품질면에서 잇점이 있다고 밝히고 있다. 섬유제품의 염색을 위한 쉬운 해결책을 찾기 위해 본고를 길잡이로 삼으려는 사람들은 결국 실망하게 될 것이다. 여기에는 결코 마법과 같은 해결책은 없다. 단지 확고한 의사와 관리에 전념하는 것만이 이러한 목표를 달성시킬 수 있으며 원하는 바를 성공시킬 수가 있을 것이다.

2. 블라인드 염색의 원리

블라인드 염색에 관해서는 단순히 색조의 조정 없이 한 번에 하는 염색에

서부터 섬유제품의 염색에 영향을 주는 모든 인자들을 철저히 관리하여 한 번에 정확히 염색하는 것까지 여러가지 견해들이 있다. 나중의 개념은 염색에 영향을 줄 수 있고 색조가 기준으로부터 벗어나게 되는 원인이 될 수 있는 작업자를 포함한 모든 인자들을 총괄적으로 관리하는 것을 의미한다.

블라인드 염색은 색조의 조정이 없는 것을 의미할 뿐 아니라 염색공정이 완결될때까지 색조의 변화를 점검할 필요가 없어야 한다. 공정은 신뢰할 수 있는 방법으로 진행되고 제어되어야 한다. 따라서, 한 번에 정확한 결과가 나올 가능성이 확실하다. 이러한 일반적인 내용은 모든 제조분야에 똑같이 적용되며 훌륭한 공정을 유지하기 위한 일종의 철학이다.

염색업계에서는 너무 오랫동안 색조의 오차(off-shade), 재염색 및 廢棄가 염색작업의 정상적인 한 부분이며 작업시간의 많은 부분을 잘못된 염색물들의 색조를 수정하는데 할애하는 것이 타당한 것으로 받아들여 왔다. 사실 얼마나 많은 사람들이 밤에 퇴근하면서 자기에 할당된 잘못된 염색물들을 옮겨 정정했기 때문에 임금을 받게 되었다고 느꼈는가? 우리는 시간을 작업이 실패하지 않도록 하는데 사용해야만 한다.

이러한 시도는 공정을 정확히 규정하고 색조의 변화를 일으킬 수 있는 인자들을 제어할 수 있는 염색공정에서 성공적으로 이루어질 수 있다.

3. 블라인드 염색, 그 원동력

최근에 염색업계에서는 서비스와 품질을 향상시키는 동시에 원가는 절감해야 하는 요구가 증가하고 있다. 나는 성공적인 블라인드 염색기술에 의해서만 각 회사들이 이러한 요구에 대응하는 데 큰 도움을 얻을 수 있다고 믿는다. 블라인드 염색기술을 도입하게 하는 원동력은 세 가지로서, 즉 서비스, 원가, 품질이다.

가. 서비스 인자.

오늘날 업계가 끌고 나가는 주요 추진력은 고객의 요구조건을 맞추는 것이다. 확실한 공급일정, 신속한 대응, 정확한 규격(색조, 촉감, 가공 등)이 바로 고객이 원하는 요구조건인 것이다. 이것들은 면밀히 계획되어 한 번에 정확하게(right-first-time) 염색함으로써 달성할 수 있다. 블라인드 염색은 정해진 염색시간을 요하는 염색에 아주 적합하다. 따라서 염색기의 용량을 미리 결정할 수 있어 생산을 정확히 계획할 수 있으며, 요구하는 공급일정을 맞추는 수가 있다.

나. 원가인자

실패는 원가를 상승시킨다. 일반적으로 염색, 색조의 조정, 재염색에 따른 원가는 <표 1>에 나타난 값이 통용된다. 성공적인 블라인드 염색공정은 원가 면에서 유리하다는 것이 확연히 나타난다.

<표 1> 염색 및 색조조정의 상대적 평가

工 程	相對的 原價
한 번의 올바른 染色	100
+ 샘플링	105
+ 한 번의 色調調整	135
+ 再染色	175

다. 품질인자

품질은 제조의 일관성을 의미한다. 종래의 염색/샘플링/색조의 조정방법에서 경험했듯이, 염색시간과 염색조건이 다양하기 때문에 공정에 변화가 생기고 따라서 최종적인 결과는 일정하지 않게 된다. 흡진염색에 있어 외관은 시간에 따라 나빠진다. 색조의 조정은 외관에 나쁜 영향을 줄 수 있는 또 하나의 변수이다. 블라인드 염색은 이러한 변수들을 최소화하며 제조의 일관성을

증진시킬 것이다.

4. 과학 대 기술

전통적으로 어느 염색공장이나 염색하는 작업자의 기술(즉, 색조를 맞추는 능력)이 성공할 수 있는 비결이다. 색조에 편차가 생기는 것은 피할 수 없는 일로 받아들여졌으며, 따라서 염색을 잘하기 위해서는 이러한 능력이 필요하였다. 1960년대와 1970년대에는 이것이 크게 강조되었지만 1980년대와 1990년대에 와서는 이러한 인식이 서서히 바뀌고 있다.

염색공정도 어느 다른 화학반응들과 마찬가지로, 이러한 과학적인 공정은 과학적인 방법을 필요로 한다. 여기에는 원료와 공정의 조건에 대한 세심한 배려가 필요하며, 대량염색에서 어쩔 수 없이 생기게 되는 염색의 편차를 줄이기 위해 이러한 인자들에 대해 정확한 제어가 필요하다. 오늘날 염색공장의 관리에는 이러한 원리가 도입되어야만 한다. 강조하는 개념이 이렇게 바뀔에 따라 색조를 일치시키는 역할이 대량생산으로부터 실험실로 이동하게 되었다. 블라인드 염색을 채택하려는 사람들은 가장 먼저 이러한 개념을 염두해 두어야 한다. 왜냐하면 그것이 블라인드 염색공정의 성공여부를 결정하는 열쇠이기 때문이다.

성공적인 블라인드 염색은 대량생산에서 재현될 수 있고, 다음의 생산에서도 일관된 작업이 될 수 있는, 아주 높은 수준의 실험실에서의 염색처방(recipe)을 필요로 한다. 따라서, 믿을만한 염색처방을 얻을 수 있는 실험실을 확립하는데 자원과 시간을 쏟아야 한다. 여기에는 세가지 문제점이 야기된다.

- 실험실에서 염색공정의 정확성
- 대량생산에도 적용될 수 있는 실험실에서의 염색방법
- 균염을 할 수 있고 공정의 조건에 따라 변하지 않으며, 서로 호환해 사

용할 수 있는 염료들의 선택

현대식 실험기술과 컴퓨터를 이용한 예측 그리고 전자식 저울 및 피펫의 사용은 실험실에서 효율과 정확성을 증진시키는 데 도움이 된다. 대량생산에 적용할 수 있는 방법을 확립하는 것은 일반적으로 더 어려우며, 다음과 같은 점에 주의를 기울여야만 한다.

- 피염물 : 대량생산용과 같은 생지이어야 하며, 실제 대량생산용 직물의 사용이 가능해야 한다.

- 염료와 약제 : 상업적으로 대량 공급되는 것을 항상 사용해야 한다.

- 용수 : 대량생산에 사용되는 것과 같아야 한다.

- 시간과 온도 : 실험법에 의한 수준이 요구되며, 실험실용 장치에서 온도의 勾配가 가능해야 한다.

실험에 의하면 실험실 규모의 염색공정을 대량생산공정(그리고 실제 그 이후 계속되는 배치공정)으로 바꾸는데 생기는 많은 문제점들이 염색처방을 잘못 선택한 결과라는 것이 밝혀졌다. 따라서, 염료공급업체들과 강한 유대관계를 갖는 것이 결정적이며, 이런 것이 바로 특별히 더 주의해야 할 필요가 있는 영역들이다.

일반적으로 실험실에서는 색조를 잘 맞춘 ‘훌륭한 제품’을 생산해 내며, 대량생산에 들어가기 위해서는 염색처방을 조정한다. 블라인드 염색의 경우, 대량생산에서의 편차를 줄이기 위해 실험실에서 염색된 제품은 매우 정확한 표준일 필요가 있다. 대량생산에서 색조가 잘못 나오는 중요한 원인은 최초의 실험실 염색이 불충분하고 문제가 있기 때문일 것이다. 따라서, 실험실에서의 염색이 높은 수준을 유지해야 한다는 중요성을 아무리 강조해도 잘못된 것이 아니다.

실험실에서의 작업이 잘못되어 생기는 대량생산에서의 실패를 줄일 수 있

는 또 다른 요소로는 중간단계에서 샘플용 염색기를 사용하는 것이다. 그러나 이런 기계는 대량생산에서의 결과와 똑 같은 결과를 낼 수 있도록 대량 생산용 염색기와 같은 제어장치로 공정조건을 가져와야만 한다.

5. 실제의 이론

앞에서 언급했듯이 염색공정은 일종의 화학반응이며, 마찬가지로 공정의 재현성은 편차를 일으킬 수 있는 모든 인자들을 제어하기에 달려있다. 염색의 성공은 원료와 공정조건에 대한 세심한 관리에 달려 있다.

가. 변 수

모든 변수를 다 나타낸 것은 아니지만 다음과 같은 것을 고려 할 수 있다.

○ 원료 : 실과 직물(피염물)

염료 및 약제

용수

○ 공정의 조건 : 피염물의 전처리공정

용비(액비)

시간/온도 조절 관계

pH

약제의 농도

염료/약제의 첨가

나. 원료의 관리

1) 실/직물

이 부분은 공급되는 원료의 품질에 따라 다르기 때문에 제어하기가 어렵다. 이 문제를 해결하는 유일한 방법은 공급업체와 긴밀히 협의 하여 작업하

고, 필요한 사항들을 정확히 지정해야 할 것으로 생각된다. 여기에는 ‘단일품목 제공처’가 필요하며, 공급업체와 유대관계를 유지해야 한다는 것을 의미한다. 염색공정을 분리된 하나의 공정으로 생각해서는 안되며, 블라인드 염색에 관계되는 문제들에 대해서는 원료공급 업체들을 염색업체와 동등한 입장에 두어야 할 필요가 있다. 복수성을 추구하다 보면 자주 원료공급 업체들에게 특별한 주문을 하게 되며, 이러한 요구는 긴밀한 유대관계를 맺어야만 가능할 수 있다. 예를 들어, 천연섬유로서 면은 그 종류와 품질이 각양각색이다. 그러나 원료공급업체와 유대관계를 가지면서 각 공급업체(단일품목 제공처)의 특별품만을 대상으로 한다면 원료에 대해 제어할 수 있는 방법을 얻을 수 있다. 어떤 변화가 생겼을 때 제조공정 전체를 통해 긴밀하게 문제를 같이 해결할 수 있는 상호유대 메커니즘이 확립되어 있어야 한다.

이러한 점에서 하청 염색공장들은 불리할지도 모른다. 그러나 같은 원리를 이용하여 원사의 품질제어와 관련된 정보를 포함하여 직물업체들과의 상호협조가 필요할 것이다.

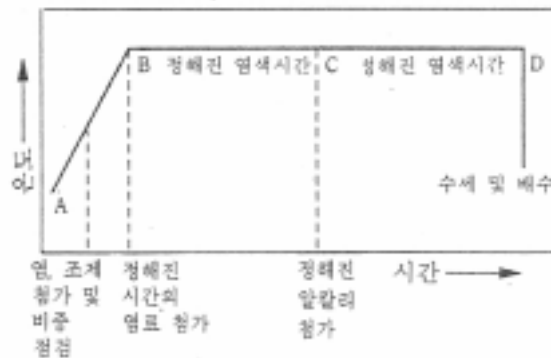
2) 염료 및 약제

염료와 약제에도 실과 직물에서와 같은 개념이 적용된다. 잘 통제되고 지속적인 염료의 공급이 필요하며 정기적인 교류에 의해 염색업체와 염료공급업체가 좋은 유대관계를 가질 필요가 있다. 이러한 방법만이 필요한 것을 완전히 이해할 수 있으며, 문제점을 재빨리 해결할 수 있다. 지속적인 염색의 재현성을 확신하기 위해서는 $\pm 2.5\%$ 범위의 오차 내로 공정이 진행되어야 하는데, 이에 대해서는 좀더 자세하게 설명된 바 있다.

다. 공장의 자동화

현대식 기술 가운데 특히 마이크로프로세서는 염색공정을 아주 세밀하게 제어할 수 있게 하였다. 그러나 염색공정 전체를 자동화하는 염색 사이클의

형태들은 여전히 선택해야만 한다. Procion HE(ICI사 제품) 염료를 사용하여 염색 초기에 염을 염료와 함께 투입하는 선염색공정의 경우가 그 예이다. <그림 1>에 나타나 있듯이 임계 시간/온도 거동의 변동을 막기 위해서는 B~D의 구간을 완전히 제어해야 한다. 피염물이 지속적으로 변하지 않고 최종공정까지 유지되기 위해서는 전처리공정과 수세공정 또한 자동화의 개념을 따라야 한다.



<그림 1> 염색초기에 염을 첨가하는 Procion H-E 염료에 의한 면염색

피염물의 무게를 일정하게 하고 배치의 크기를 일정하게 규정하며 액량을 일정하게 제어해야만, 액비와 약제의 농도, 최종 pH를 일정하게 유지할 수 있다. 이런 이유 때문에 계량을 통한 염료의 공급(metering)을 제어하는 데 세심한 주의가 요구되는 것과 마찬가지로 약제의 조액공급(dispensing)에 세심한 주의를 기울여야만 한다.

라. 컴퓨터 통합생산(CIM)

제어의 필요성은 기계의 작동조건뿐 아니라 다음과 같이 정보에 대해 관리 및 이용에도 적용된다.

○ 원료의 규명

- 피염물의 실제 규명
- 배치에 대한 정보
- 공정의 특정 조건
- 관리에 대한 정보
- 염색처방의 제어

또한, 이 모든 것을 제어 시스템의 한 부분으로 인식해야만 한다. 최근에는 컴퓨터를 이용한 정보 시스템이 이와 같이 필요한 정보를 얻고 오차를 없애기 위한 노력의 일환으로서 일상생활의 한 부분이 되었다.

색조의 오차는 위의 변수 가운데 1개 이상의 변수를 제어하지 못함으로써 생긴다. 따라서, 색조의 오차가 생길 때마다 ‘잘못된(원인이 되는)’ 변수를 추적하는 것이 필수적이다. 점검 목록 및 기록에 의한 모니터 시스템이 결점을 찾아내는 데 유용한 방법으로 사용된다.

6. 학습과정

기존의 염색 시스템을 블라인드 염색 시스템으로 변환시키는 것은 결코 간단하지 않다. 영국에 있는 Chilton Brothers사에서는 성공률 95%를 달성하기 까지 블라인드 염색기술의 완성을 위한 힘든 학습과정을 거쳐야만 했다. 이러한 경험과정을 지금부터 설명하고자 한다.

가. 역사적 배경

1970년대 후반에 100% 폴리에스터를 염색하기 위한 Chilton Brothers 염색 공장이 설립되었다. 그때부터 이 공장에서는 블라인드 염색을 시작하기로 결정했다. 이 당시에는 자동화가 없었지만 기본적인 이론들을 받아들였다. 즉, 원료를 통제하고 공정을 분명하게 규정하였다. 자동화의 도입으로 나머지 단계들을 갖출 수 있게 되었다. 폴리에스터에는 블라인드 염색기술을 쉽게 고

입할 수 있으나, 그것은 단지 변수들이 적어 제어하기가 아주 쉽기 때문이었다. 그러나 면은 전혀 다른 차원의 섬유라는 것을 알게 되었다.

하지만 블라인드 염색기술만 알고 있는 상태에서 1985년 초기에 면과 P/C 혼방물의 염색을 시작하였다. 그리고 제어해야 할 변수들이 더 많다는 것(또한, 더 어렵다는 것)을 알게 되었다. 따라서, 제어가 필요한 필수적인 변수들에 대한 조언을 얻기 위해 주요 염료 공급 업체들의 도움을 요청했으며, 이런 변수 각각을 차례로 관리할 수 있는 시스템을 확립하였다.

나. 지형적 배경

Chilton Brothers사는 전통적인 섬유산업보다는 농업, 어업, 광업으로 잘 알려져 있는 스코틀랜드의 남서부 해안에 위치해 있다. 다시 말해서 이곳 주민으로서 섬유기술자, 특히 염색기술자가 절대적으로 부족하였다. 이러한 상황 때문에 제어와 자동화에 의해 염색이 이루어지는 블라인드 염색 시스템의 도입이 요구되었다.

그러나 뒤에 이것이 더 유리하다는 것이 판명되었다. 왜냐하면 실행에 장애가 되는 대부분의 문제점들이 재래식 섬유업계에서 기인하기 때문이었다. 결과적으로 과학적인 기초지식을 갖고 있고, 우리 자신의 공장에서 섬유공정에 대해 교육을 받은 기술진들에 의해 크게 성공하게 되었다.

다. 분위기

일반적으로는 블라인드 염색이 폴리에스터에 알맞다고 인식하고 있었으며, 대부분 이 염색법을 면과 같은 천연섬유에도 사용할 수 있다고 생각하지 않았다. 이 때문에 이러한 생각이 사라지기 전에는 천연섬유에 대해 블라인드 염색을 거의 하지 못했다. 그래서 ‘전에는 결코 그렇게 하지 않았다.’라든가 ‘염의 농도를 그렇게 정확하게 제어할 필요가 없다’라는 말들을 극복해야만 했다. 염색공급 업체들은 ‘아무도 그것을 하고 있지 않다.’라고 말할 뿐 아니

라 정상적인 여건에서 제어할 변수들이 너무 많다고 생각하고 있어 회의론을 고수하려는 좋은 이유처럼 들렸다. 이것은 또한 확실한 제어가 이루어지도록 하기 위해 우리가 제시한 특별한 요구 조건들을 맞추어야 하는 기계제 작업체에게도 마찬가지였다.

실패가 계속됐던 초기(이러한 실패는 아주 자주 일어났고, 성공률은 75% 정도였음)에는 ‘내가 너에게 그렇게 말하지 않았느냐? 결국 면이 문제라고 ...’라는 말에 대해 견디어내야만 했다.

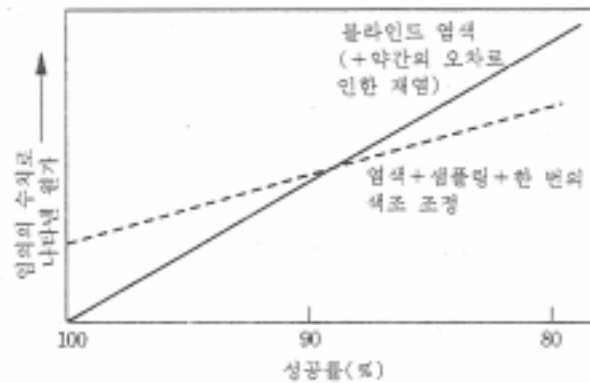
라. 운영에 대한 의지

초기에 나타난 작업자들의 인습적인 자세와 나쁜 성공률이 이 사업을 운영해 나가는 데 문제점들로 되었다. 이 공정에 대해서, 또한 이 공정을 계속하려는 의사에 대해 완전한 확신을 가져야만 했다. 이것이 아마도 개발 초기에 극복해야 할 가장 심각한 난점이었을 것이다. 그러나 이것은 단지 시작에 불과하였다. 궁극적으로 높은 수준의 성공률을 유지하기 위해서는 불굴의 의지가 필요했다.

마. 샘플링을 하지 않아도 될 때를 나타내는 지표들

우리는 샘플링을 하지 않고 염색공정이 끝날 때까지 염색을 계속한 후에 색조를 점검해도 될 때가 언제인가를 결정해야 했다. 어느 단계에서 색조를 점검할 것인가는 분명 이 시스템에 대해 어느 정도 확신을 갖는가에 달려있다.<그림 2>는 이런 점에서 고려해야 될 것을 보여주며, 원가에 대한 블라인드 염색방법(색조의 오차에 따른 재염을 포함하여)과 재래식 염색/샘플링/색조조정방법의 성공률을 나타내고 있다. 원가는 <표 1>에서 임의의 수치로 나타냈으며, 재래식 염색방법에서는 한번의 색조조정만 하는 것으로 가정하였다. 이런 상황에서 성공률이 89% 이상이라면, 샘플링으로 경비를 지출하는 것이 원가면에서 더 유리하다. 그러나 현실적으로 색조의 조정은 한 번 이상

이 요구되거나 종종 재염을 해야만 한다. 이런 경우에는 초기단계에서도 샘플링을 하지 말아야 한다.



<그림 2> 재래식 염색방법과 비교하여 블라인드 염색의 효율성을 결정하는 방법

바. 실험실의 역할

앞에서 언급했듯이 색조를 일치시키는 작업(shade matching)이 대량생산하는 현상에서 실험실로 이전되었다. 따라서, 실험실은 매우 결정적인 부서가 되었고 실제로 대량생산을 위한 ‘기술지원 센터’가 되었다. Chilton Brothers사에서는 가능성 있는 모든 예기치 못한 경우에 대비하기 위해서 실험실에 인원과 장비를 추가로 더 배치하였다.

사. 윤번제 염색작업자의 역할

우선 윤번제 염색작업자는 경험 있는 염색기술자가 되어야만 한다. 그들은 생산에 책임을 질 뿐 아니라 염색과정에서 일어날 수 있는 문제들을 해결하고 색조를 평가하는 데 도움을 주기 위해 서로 교대할 때 필요한 기술적인 지식을 전달해 줄 책임이 있다. 그러나 기계의 자동화와 색조의 평가를 위해 설치한 컴퓨터와 오랜 실험을 거친 블라인드 염색 시스템이 도입됨에 따라

염색작업자의 종래 기술들이 더 이상 필요 없게 되었다. 결과적으로 이러한 자동화 시스템을 효율적으로 운영하는 일을 맡는 윤번제 감독자들을 고용할 수 있었다. 이로 인해 언제 일어날지도 모르는 모든 만일의 사태들을 우리의 공정방법과 시스템이 반드시 예측해야만 하도록 압력을 받게 되었으며, 윤번제 감독자들은 생산성과 인력관리에 모든 노력을 쏟으면 되었다.

아. 고객에 대한 교육

앞에서 언급했듯이 블라인드 염색의 도입으로 실험실에서 염색된 제품은 절대적으로 표준규격품 이어야만 했다. 이는 실험실에서 만들어진 색상이 대량생산에서도 똑같이 나온다고 기대하는 것을 의미하며, 우리의 고객들이 이를 인정하는 데는 상당한 시간이 걸렸다. ‘이상이 없었으나 대량생산에서는 더 붉게 되었다.’라는 말은 의미가 없게 되었다.

고객을 교육시킬 필요가 있는 또 다른 부분은 배치의 크기에 대한 것이었다. 일정한 액비와 약제의 농도를 유지하기 위해서는 고객들과 배치 크기의 한계에 대해 토론해야 될 필요가 있었다. 이는 동업자 정신으로만 가능했으며, 그것은 고객들로 하여금 그들의 주문을 변경하고 나아가 때로는 고객들의 주문을 변경해야만 했다. 그러나 사용하는 염색기의 크기에 어느 정도의 범위를 인정함으로써 배치의 크기에 여전히 융통성이 있었다.

7. 이 점

Chilton Brothers사의 경우, 블라인드 염색을 통하여 얻은 이점은 다음과 같이 요약할 수 있다.

- 원가의 절감
- 계획 수립의 향상
- 품질의 향상

- 생산성의 향상
- 가격에 대한 만족감

좀더 난해한 다른 이점들이 언젠가는 확연히 나타날 수도 있을 것이다. 그러한 이점으로는 논리적으로 문제를 해결하는 방법도 포함되어 있는데, 공장의 다른 부서에도 전파력을 갖는 것이다. 또한, ‘좀더 안정된’ 생산쪽에서의 이동, 특히 성공률을 증진시키고 직원들의 일에 대한 만족감을 증진시키는 것과 같은 것들이다.

8. 결 론

오늘날 염색공장은 좀더 과학적인 방법을 채택할 필요성이 점점 증가한다는 것을 인식해야 한다. 특수한 역사적, 지형적 상황으로 인하여 Chilton Brothers사도 이러한 방향으로 나아가고 있지만 오늘날의 시장요구에 대처하려 한다면 다른 대책이 없다는 것을 인식할 수 있을 것이다.

Chilton Brothers사가 품질보증 시스템과 총체적인 품질관리의 도입을 통해 회유성을 추구하는데 있어 ‘한번에 정확하게’라는 것 이외의 개념은 받아들이지 않는다. 경쟁에서 이기기 위해서는 고객을 만족시켜 주어야만 한다. 이것이 우리를 그러한 방향으로 이끌고 가는 중요한 원동력이다. 원가를 낮추면서도 서비스와 품질에 대한 요구를 만족시키기 위해서는 이 방법만이 가능할 것이다. 그리고 훌륭한 관리를 통해 블라인드 염색을 수행함으로써 사업을 성공으로 이끄는 데 도움이 될 것으로 믿는다.